

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 2000-356859

(43)Date of publication of application : 26.12.2000

---

(51)Int.Cl.	G03G 5/00
	G03G 5/10

---

(21)Application number : 11-168371

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 15.06.1999

(72)Inventor : TAKEZAWA YOICHI  
KUROKAWA MAKOTO  
SAKAMOTO MASAYUKI  
ISHIBASHI HIROKO  
MATSUO RIKIYA  
KADOI MIKIO

---

**(54) METHOD FOR MEASURING FILM THICKNESS OF ELECTROPHOTOGRAPHIC PHOTORECEPTOR****(57)Abstract:****PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to more exactly measure the film thicknesses of even a photoreceptor formed by roughening a substrate surface.**SOLUTION:** In this method for measuring the film thicknesses, the measuring wavelength at the time of measurement of the film thicknesses is made longer than the ten point average roughness  $R_z$  of the surface roughness of the substrate when the film thicknesses of the electrophotographic photoreceptor coated and formed with a charge generating layer and charge transfer layer on the conductive substrate are measured by using a light interference method. The measuring reflected light is received by just one optical fiber. The optical fiber which receives the light is formed by machining the surface of the film thickness measuring method conductive substrate inclined from the perpendicular position of the conductive substrate.

---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 10.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-356859  
(P2000-356859A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 3 G 5/00	1 0 1	G 0 3 G 5/00	1 0 1 2 H 0 6 8
5/10		5/10	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-168371

(22) 出願日 平成11年 6 月15日 (1999. 6. 15)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 竹沢 洋一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 黒川 誠

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100065248

弁理士 野河 信太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子写真感光体の膜厚測定方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基体表面を粗面化した感光体でも、より正確に膜厚を測定すること。

【解決手段】 導電性基体上に電荷発生槽および電荷輸送層を塗布形成した電子写真感光体の膜厚を光干渉法を用いて測定するに際して、膜厚を測定する時の測定波長を基体の表面粗さの十点平均粗さRzより長波長とする電子写真感光体の膜厚測定方法。測定反射光を1本のみの光ファイバーで受光し、受光する光ファイバーが、導電性基体の鉛直位置から傾斜している膜厚測定法導電性基体の表面が切削加工されたものである。

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性基体上に下引層を介するか介せずして電荷発生層および電荷輸送層を塗布形成した電子写真感光体の各層の膜厚を光干渉法を用いて測定するに際して、予め導電性基体の平均表面粗さを測定し、その測定平均表面粗さより大きい値を光干渉法の測定波長として用いることを特徴とする電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 2】 測定平均表面粗さが、十点平均粗さ  $R_z$  である請求項 1 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 3】 光干渉法の測定波長が 500 nm 以上である請求項 2 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 4】 電子写真感光体が、静電潜像形成のための露光光源にレーザー光または LED 光等の単色光を使用するデジタル複写機またはプリンター用感光体である請求項 1 または請求項 2 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 5】 測定反射光を 1 本のみの光ファイバーで受光する請求項 1 または請求項 2 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 6】 測定反射光を受光する光ファイバーが、導電性基体の鉛直位置から傾斜している請求項 1 または請求項 2 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 7】 光ファイバーが、導電性基体の鉛直位置から 1～70 度の範囲で傾斜している請求項 9 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 8】 光ファイバーが、導電性基体の鉛直位置から 1～45 度の範囲で傾斜している請求項 9 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

【請求項 9】 導電性基体の表面が切削加工されたものである請求項 1 に記載の電子写真感光体の膜厚測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子写真感光体の膜厚測定方法に関し、更に詳しくは、複写機やプリンタ等の電子写真装置などに用いられる電子写真感光体の膜厚を光干渉法を用いて測定する電子写真感光体の膜厚測定方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、複写機やプリンタ等の電子写真装置に使用される電子写真感光体において、アルミニウムやステンレスなどの非磁性金属材料で構成された導電性基体上に有機系の光導電性材料を電子写真プロセス上の機能に応じて順次積層させたものが知られている。このような電子写真感光体は、各機能層を構成するための有機系光導電性材料を結合樹脂（又は結着樹脂）と共に有機溶剤に溶解又は分散させた塗布液を導電性基体の上に順次塗布し、乾燥させることにより製造されてい

2

る。

【0003】 この塗布液の塗布方法として多くの方法が知られており、例えば、スプレー塗布法、ロールコート法、浸漬塗布法等が挙げられる。このうち浸漬塗布法は、前述の塗布液を満たした塗布槽に導電性基体を浸漬した後、これを一定速度で引き上げることにより、機能層を形成する方法であり、その生産性の高さから多くの感光体の製造において利用されている。

【0004】 しかし、浸漬塗布法では、塗布槽内の塗布液から有機溶剤が蒸発しやすいため、粘度や濃度の変動が発生しやすく、塗布液の粘度や濃度の変化に伴い、塗布膜厚が変化するもので、均一な塗膜を形成することが難しい。そのため、各機能層の塗布工程ごとに引き上げ速度や塗布液粘度などを調整して塗布膜厚の変動を低減すると共に、塗布膜厚を測定して所望の膜厚が得られたか否かを検査している。

【0005】 そして、塗布膜厚の測定方法として、従来から、段差計、表面粗さ計、渦電流膜厚計などを用いた接触式膜厚測定方法や、色彩色差計、静電容量式膜厚計、蛍光 X 線膜厚計、ベータ線膜厚計、光干渉式膜厚計、光吸収法を用いた膜厚測定方法などの非接触式膜厚測定方法、又は、光学顕微鏡、電子顕微鏡などで試料断面を観察する写真法などが知られている。

【0006】 これらのうち、接触式膜厚測定方法及び写真法は、感光体自身を傷つけるため、測定に使用された感光体を製品として使用できないという欠点をもっている。また、非接触式膜厚方法においても、色彩色差計では、電荷発生層のような顔料分散層の膜厚を測定することはできるが、下引層、電荷輸送層のように顔料を含有しない透明な層の膜厚を測定できず、静電容量式膜厚計では測定精度、測定分解能などに問題があり、蛍光 X 線膜厚計やベータ線膜厚計などでは特別な施設が必要となる。

【0007】 上述の欠点を解決するために、本発明者らは、特開平 4-336540 号公報に開示されているように、有機電子写真感光体において下引層又は電荷輸送層の透明膜の塗布に際し、その膜厚の変動を抑えて均一化を図るために、光干渉法にて逐次膜厚を測定し、測定結果をフィードバックして塗布速度を適正な速度に自動制御することによって、無色透明又は非常に薄い色の下引層及び電荷輸送層の塗布量を調整することが可能で、適正な膜厚の感光体を製造でき、かつ、塗膜ムラ（スジ、ピンホールなど）をなくすことができることを見いだしている。

【0008】 ここで、光干渉法による膜厚測定の原理は以下の通りである。膜厚  $d$ 、屈折率  $N$  の透明膜の試料に光が入射 1 した場合、試料膜内で光が多重反射を起こす（図 3（A））。反射光 2 として測定される光は、試料膜内を 2 回、3 回と往復して反射してきた光が合成されたものである。さらに、光は波であるため、合成には各

(3)

3  
光線の位相を考慮した和を取らなければならない。すなわち、隣合う位相差が $2\pi$ の整数倍であれば強め合い、 $\pi$ の奇数倍であれば打ち消し合い、光の干渉が生じる。\*

$$\text{反射率 } R = [R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cos(X)] / [1 + R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cos(X)] \dots\dots\dots (1)$$

〔ここで、 $X = 4\pi N_1 d / \lambda$ 〕

ただし、 $N_2 > N_1$ 、 $\lambda$ ：波長、 $d$ ：厚さ、 $R_1$ ：表面での反射率、 $R_2$ ：基体での反射率、 $N_1$ ：薄膜の屈折率、 $N_2$ ：基体の屈折率、 $R_1 = (1 - N_1) / (1 + N_1)$ 、 $R_2 = (N_1 - N_2) / (N_1 + N_2)$ 〕 ※10

$$(1/\lambda n) - (1/\lambda n+1) = 1/2N_1d \dots\dots\dots (2)$$

( $n$ ： $n$ 番目の極大値(極小値)をもつ波長)となる。この式(2)により、強め合う(又は弱め合う)波長及び薄膜の屈折率がわかれば、透明薄膜の厚みを計算することができる。薄膜の反射率、波長は分光光度計で測定することができる。薄膜の屈折率は未知のものにおいては、膜厚が既知のサンプルを用いて実際に光干渉法により式(2)から求めることができる。

【0011】しかし、上記2つの方法は、実際の電子写真感光体の製造工程で使用できない場合がある。例えば、近年主流となっているデジタルカラー写真機やプリンタなどに用いられるデジタル用電子写真感光体の場合、ホーニング法、エッチング法、剛体球落下/衝突法、凹凸形状円筒耐圧接法、研削/切除法、レーザー照射法、高圧水噴射法などのように機械的に基体表面を粗面化する方法、陽極酸化法、ペーマイト処理法、加熱酸化処理法等のように基体表面に酸化処理を行う方法、干渉縞防止のための中間層を感光層と基体表面間に設ける方法などによって、導電性基体表面や下引層界面の粗面度を高くして膜の干渉縞を防止することが一般に行われている。このように干渉縞防止処理が施された導電性基体上の膜厚に干渉型膜厚計の光を投光した場合、特開平4-336540号公報に開示された方法では、粗面化した基体表面又は下引層界面の散乱により光の干渉スペクトルが検出できない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、デジタル複写機およびプリンターに使用される感光体の基体ではレーザー光等を散乱させるために表面を粗面化している。このように表面が粗い基体では基体表面と膜表面での干渉が起こりにくいため、光干渉による膜厚の測定は困難であった。そこで、本発明は、光干渉法で膜厚を測定する際に照射する光の波長を長波長に設定することにより、基体表面を粗面化したデジタル用感光体でも、より正確に膜厚を測定できる方法を提供するものである。また、本発明は、膜厚測定時に反射光を受光する受光ファイバーを感光体円周の鉛直位置から傾けることより、基体表面を粗面化したデジタル用感光体でも、更に正確に膜厚を測定できる方法を提供するものである。

【0013】

4  
\*【0009】図3(B)のように透明膜に光が入射した反射率は以下の式(1)で示される。

※【0010】光の干渉により強め合う(又は弱め合う)波長で反射率は極大値(又は極小値)を取るため、反射率 $R$ を波長 $\lambda$ で微分して、 $(d/d\lambda)R(\lambda) = 0$ となる $\lambda$ を求めると、

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、導電性基体上に下引層を介するか介せずして電荷発生層および電荷輸送層を塗布形成した電子写真感光体の各層の膜厚を光干渉法を用いて測定するに際して、予め導電性基体の平均表面粗さを測定し、その測定平均表面粗さより大きい値を光干渉法の測定波長として用いることを特徴とする電子写真感光体の膜厚測定方法を提供する。

【0014】すなわち、本発明は、導電性基体上の各層の膜厚を光干渉法を用いて測定するに際して、膜厚を測定する波長として、導電性基体の測定平均表面粗さより大きい値を用いることによって、導電性基体の表面粗さの影響を少なくし、それによって光干渉を有効に利用して、より正確な膜厚測定を可能にするものである。ここで、導電性基体の平均表面粗さとは、導電性基体の凹凸状態を表す高さの変化の平均値を意味し、具体的には、十点平均粗さ $R_z$ 、中心線平均粗さ $R_a$ などが知られている。精密機械の表面粗さとしてよく採用されている十点平均粗さ $R_z$ が、格別大きな変化を強調することなく表面粗さを的確に表しているのが好ましい。そしてその十点平均粗さ $R_z$ 以上に設定された光干渉法の測定波長が500nm(0.5 $\mu$ m)以上の場合により好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図に示す実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。透明膜の表面と裏面の反射による光の干渉により以下の式(3)の波長にピークを持つ。

$$\lambda n = 4dN_1 / (2n - 1) \dots\dots\dots (3)$$

( $\lambda n$ ： $n$ 番目の極大値(極小値)を持つ波長、 $d$ ：厚さ、 $N_1$ ：膜の屈折率)式(3)より、干渉によって生じるピーク波長は光の波長が短くなるほどその間隔が狭まっていくことがわかる。例えば、鏡面加工されたアルミニウム基体上に形成された屈折率 $N_1 = 2.0$ の透明膜の場合、干渉により生じるピーク波長 $\lambda_p$ は、次のように生じる(図4参照)。

$$\lambda_p = 455, 488, 525, 568, 620, 683, 762 \text{ nm}$$

これらの $\lambda_p$ を式(2)に代入して膜厚 $d$ を求めると、短波長側から $d = 1.620, 1.731, 1.73$

4、1.693、1.680、1.647 $\mu$ mを得る。

(4)

5

【0016】このようにして得られた $d$ は本来同一のものであるから、これらに対し、算術平均などの処理を行い、測定値を得る。算術平均などの処理を行うため、データ数は多い方が信頼性を得られやすいが、データ数をより多くするためには、一定波長範囲内に干渉により生じるピーク $\lambda_p$ が多い短波長側が有利であるため、光干渉法では、測定・解析波長を短波長側にするのが一般的である。

【0017】アナログ複写機用感光体に用いられる表面が平滑な基体上に透明膜が形成されている場合には、図5 (A) に示すように、基体表面と膜表面までの距離 $L_1$ と $L_2$ が等しいため、反射光路長 $l_1 \sim l_3$ は同一である。このため、反射光 $h_1 \sim h_3$ による干渉のパターンは同一となり、式(2)により膜厚を正確に測定することができる。

【0018】これに対し、レーザーやLEDなどを使用したデジタル複写機やプリンター用のデジタル用感光体では、レーザー光などが基体から反射した光と膜表面の反射光が干渉して画像に干渉縞が出ることを防止するため、基体の表面を種々の方法にて粗面化しているため、通常の平滑な基体に比べて干渉パターンが得られ難くなり、膜厚測定が困難となっていた。しかし、表面を粗面化している基体表面で光が乱反射しても、膜表面と干渉を引き起こす基体からの反射光の存在は0とはならず、その結果、弱い干渉は起こっている。このように、干渉は起きているが、非常に弱い干渉のため、実際に複写機などで画像を形成する場合には干渉縞は画像に出ず、問題にならない。

【0019】このように表面が粗い基体では、図5

(B) のように基体表面と膜表面までの距離 $L_1'$ と $L_2'$ が異なるため、反射光路長 $l_1'$ 、 $l_2'$ 、 $l_3'$ の平均値となる。 $l_1' \sim l_3'$ での干渉パターンは各々の光路長に対応して図6 (A) のように少しずつピーク波長が異なる。光干渉法では、一定面積の光を膜に照射するため、得られる干渉パターンはこれらのパターンの合成波である。図6 (A) の各パターンを合成すると、図6 (B) のようにピーク波長の間隔が狭い短波長側では波の合成により互いのピークを打ち消し合っ

てピークが消失する。これに対し、長波長側ではピーク間隔が広い

ため、波の合成を行ってもピークの消失は起きにくい。このように、ピークの消失は短波長側において起こりやすいが、これは特にピーク間隔の狭い500nm以下の波長において顕著である。

【0020】また、基体表面を粗面化した場合、短波長の光は凹凸により散乱されやすいが、基体の表面粗さより長波長の場合には凹凸の影響を受け難いため、散乱する光は短波長に比べ少なくなる。このような理由においても長波長側の干渉パターンの方が顕著に出やすく、長波長側で膜厚測定を行う方が有利である。

6

の最大の山と谷の差によって求められる $R_{max}$ で表現される。この $R_{max}$ はJIS規格 B 0601では $R_y$ とされているが、これによると、図1 (A) に示したように、粗さ曲線からその平均線の方に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の山頂線 $R_p$ と谷底線 $R_v$ との間隔を粗さ曲線の方向に測定した値である。この $R_{max}$ では、測定範囲内に部分的な傷や凹みなどがあった場合に、本来の値からかけ離れた値となることがある。特に、感光体基体の表面粗さは、通常、 $1 \mu m$ 程度と小さく、この程度の表面粗さの場合に表面粗さを測定する場合の基準長さは規格により0.8mmと決められた短い長さのため、部分的な傷があった場合、 $R_{max}$ の値は本来の値とかけ離れた値となってしまう。

【0022】この影響を受けずに基体の表面粗さを評価するパラメータとして、表面粗さの十点平均値 $R_z$ を採用した方が、より実際の凹凸の状態を表現できることが判明した。表面粗さの十点平均値 $R_z$ は、図1 (B) に示したように、粗さ曲線からその平均線の方に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した最も高い山頂から5番目までの山頂の標高( $Y_p$ )の絶対値の平均値と、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高( $Y_v$ )の絶対値の平均値との和を求めた値である。基体表面の粗さを、この $R_z$ で表現した場合には、先程の $R_{max}$ で問題になった測定長さ内の傷や、並外れた高い山および低い谷の影響を受けない。このため、本発明においては、基体の表面粗さを正確に表現できる $R_z$ を基体表面の粗さの値として採用した。

【0023】先にも述べたように、基体表面を粗面化した場合、短波長の光は凹凸により散乱されやすいが、基体の表面粗さの十点平均値 $R_z$ より長波長の場合には凹凸の影響を受け難いため、散乱する光は短波長に比べ少なくなり、干渉パターンが出やすくなる。

【0024】このように、本発明では、基体の表面を粗面化したデジタル用感光体において、わずかに生じている干渉パターンを検出することで膜厚の測定を可能とした。この、非常に弱い干渉パターンを検出するためには、干渉パターンの $S/N$ が十分に得られるまで測定時間を長くしたり、測定時の照射光量を大きくすることが有効で、かつ、測定時の波長を長波長側にすることが非常に有効である。一方、基体から反射光を完全に無くするためには、基体が照射光を完全に吸収する必要があり、このためには、例えば、基体表面に光を吸収する物質を塗布する、または基体そのものに光を吸収する機能を具備させるなどの方法が考えられようが、このような場合には、干渉パターンが得られないため、本発明による方法では膜厚の測定は不可能である。

【0025】光干渉法で使用するプローブの説明図である図7 (A) は、通常、図7 (B) のように複数の投光ファイバーおよび受光ファイバーを束ねた構造となっている。このように投光ファイバーが複数あるため、膜厚

(5)

7

測定時にサンプルに照射する光の面積は大きくなり、表面が粗い基体の場合には、照射した光は種々の方向に散乱される。また、このプローブでは、受光ファイバーも複数あるため、多ポイントの種々の成分の反射光や散乱光を受光し、干渉パターンが重なり合って干渉パターンが出にくくなる。これに対し、受光ファイバーが図7

(C)のように1本しかない場合には、受光面積が小さくなるため、受光する光の成分は制限されたものとなる。このため、干渉パターンの重なり合いは少なくなり、図7(B)のように受光ファイバーが複数ある場合

10 に比べ、干渉パターンは出やすくなる。  
【0026】デジタル用に基体表面を粗面化する方法としては、ホーニング法、エッチング法、剛体球落下／衝突法、凹凸形状円筒体圧接法、研削／切削法、レーザー照射法、高圧水噴射法などのように、機械的に基体表面を粗面化する方法、陽極酸化法、ペーマイト処理法、加熱酸化処理法などのように、基体表面に酸化処理を行う方法などが挙げられるが、例えば、切削法により加工した基体の表面は、図8のように比較的規則正しい山谷の繰り返し構造となっている。この基体に光を照射すると、基体から反射した光が基体の規則正しい山谷の繰り返し構造により干渉を引き起こし、図9(A)のような干渉パターンを形成する。

20 【0027】受光ファイバーが1本しかなく、また投光ファイバーもごく少数の場合には、受光ファイバーに入射する光には散乱光より基体での干渉光の割合が多くなり、膜厚を求める本来の干渉パターン図9(B)に基体からの干渉光が重なり合って図8(C)のような干渉パターンとなり、膜厚の算出は不可能となる。これに対し、図7(B)のように受光光ファイバーが複数本ある場合には、多ポイントでの反射光や散乱光を受光するため、切削法により加工された基体表面で起こる干渉光を受光してもその割合は少なく、このため図9(C)のような干渉パターンにはなり難い。

【0028】このような干渉光の影響を少なくするためには、基体からの干渉光を受光しなければ良い。通常、導電性基体に形成した感光体の膜厚を測定する場合には、図10(A)のように鉛直方向から光照射・受光を行っている。この場合には、基体からの反射光を直接受光しやすいため、基体での干渉光を受光する割合は散乱光に比べ多くなる。これに対し、図10(B)のように、受光ファイバーを鉛直方向から傾けることにより、基体での干渉光を受光しにくくなり、散乱光を受光する割合の方が多くなる。しかし、受光ファイバーを延長方向から傾ける角度は、大きすぎると散乱光をも受光し難くなるため、1～70度の範囲が適当で、特に1～45度の範囲が好ましい。この方法は、特に、受光ファイバーが1本の時に有効であるが、受光ファイバーが複数ある時にも基体からの干渉の影響は皆無とは言えないため、受光ファイバーが複数あるプローブにも有効であ

8

る。

【0029】本発明で用いる電子写真感光体の導電性基体としては、アルミニウム、銅、ステンレス、真鍮などの金属の円筒状基体または薄膜シート、またはアルミニウム合金、酸化インジウムなどをポリエステルフィルムあるいは紙、金属フィルムの円筒状基体などに蒸着したものが挙げられる。

【0030】デジタル用に基体表面を粗面化する方法としては切削法、ホーニング法、エッチング法、剛体球落下／衝突法、凹凸形状円筒体圧接法、研削法、レーザー照射法、高圧水噴射法などのように機械的に基体表面を粗面化する方法、陽極酸化法、ペーマイト処理法、加熱酸化処理法などのように基体表面に酸化処理を行う方法などが挙げられる。

【0031】次いで、感光体層の接着性改良、塗布性改良、基体上の欠陥の被覆及び基体から電荷発生層への電荷注入性改良などのための下引層が設けられる。下引層の材料としては、ポリアミド、共重合ナイロン、カゼイン、ポリビニルアルコール、セルロース、ゼラチンなどの樹脂が知られている。これらを各種有機溶剤に溶解し、膜厚が0.1～5 $\mu$ 程度になるように導電性基体上に塗布される。また、下引層中へは、低温低湿特性改善や、下引層の抵抗率などを調整するために、必要に応じて、アルミナ、酸化スズ、酸化チタンなどの無機顔料を樹脂中に分散含有されることが知られている。

【0032】本発明の電荷発生層は、光照射により電荷を発生する電荷発生材料を主成分とし、必要に応じて公知の結合剤（または結着剤）、可塑剤、増感剤を含有する。電荷発生材料としては、ペリレン系顔料、多環キノ

30 ン系顔料、無金属フタロシアニン顔料、金属フタロシアニン系顔料、スクアリリウム色素、アズレウム色素、チアピリリウム色素、およびカルバゾール骨格、スチリルスチルベン骨格、トリフェニルアミン骨格、ジベンゾチオフェン骨格、オキサジアゾール骨格、フルオレノン骨格、ビススチルベン骨格、ジスチリルオキサジアゾール骨格またはジスチリルカルバゾール骨格を有するアゾ顔料などが挙げられる。これらの内、デジタル複写機およびプリンター用感光体の電荷発生材料としては無金属フタロシアニン顔料、金属フタロシアニン系顔料、アゾ

40 顔料が特に適する。  
【0033】本発明の電荷輸送層は、電荷発生材料が発生した電荷を受け入れ、これを輸送する能力を有する電荷輸送材料、シリコン系レベリング剤および結合剤（または結着剤）を必須成分とし、必要に応じて公知の可塑剤、増感剤などを含有する。

【0034】電荷輸送材料としては、ポリ-N-ビニルカルバゾールおよびその誘導体、ポリ- $\gamma$ -カルボノリルエチルグルタメートおよびその誘導体、ピレン-ホルムアルデヒド縮合物およびその誘導体、ポリビニルピレン、ポリビニルフェナントレン、オキサゾール誘導体、

50

(6)

9

オキシジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、9-  
(p-ジエチルアミノステリル)アントラセン、1,1-  
-ビス(4-ジベンジルアミノフェニル)プロパン、ス  
チリルアントラセン、スチリルピラゾリン、フェニルヒ  
ドラゾン類、ヒドラゾン誘導体などの電子供与性物質、  
あるいは、フルオレノン誘導体、ジベンゾチオフェン誘  
導体、インデノチオフェン誘導体、フェナンスレンキ  
ン誘導体、インデノピリジン誘導体、チオキサントン誘  
導体、ベンゾ[c]シンノリン誘導体、フェナジンオキ  
サイド誘導体、テトラシアノエチレン、テトラシアノキ  
ノジメタン、プロマニル、クロラニル、ベンゾイノンな  
どの電子受容性物質などが挙げられる。

【0035】電荷輸送層を構成する結合剤(又は結着  
剤)としては、電荷輸送材料と相溶性を有するのであれ  
ば良く、例えば、ポリカーボネート、ポリビニルブチラ  
ール、ポリアミド、ポリエステル、ポリケトン、エポキ  
シ樹脂、ポリウレタン、ポリビニルケトン、ポリスチレ  
ン、ポリアクリルアミド、フェノール樹脂、フェノキシ  
樹脂などが挙げられる。

【0036】本発明の電子写真感光体の製造方法は、公  
知の浸漬塗布方法を適用し得る。その一例を以下に述べる。  
例えば、酸化チタンと共重合ナイロン樹脂が適当な溶  
剤、例えば、エタノール、メタノール、メタノール/  
ジクロロエタンの混合溶剤などに分散した下引層用塗布  
液に導電性基体を公知の方法で浸漬し、引き上げ、乾燥  
して導電性基体上に下引層を形成する。

【0037】次いで、例えば、アゾ系顔料などの電荷発  
生材料が、必要に応じて、結合剤、可塑剤、増感剤と共に  
適当な溶剤、例えば、シクロヘキサノン、ベンゼン、  
クロロホルム、ジクロロエタン、エチルエーテル、アセ  
トン、エタノール、クロロベンゼン、メチルエチルケト  
ンなどに分散した塗工液に導電性基体を公知の方法で浸  
漬し、引き上げ、乾燥して導電性基体上に電荷発生層を  
形成する。次いで、例えば、ヒドラゾン系化合物などの  
電荷輸送材料、シリコン系レベリング剤および結合剤  
(又は結着剤)が、必要に応じて可塑剤、増感剤と共に  
適当な溶剤、例えば、ジクロロエタン、ベンゼン、クロ  
ロホルム、シクロヘキサノン、エチルエーテル、アセ  
トン、エタノール、クロロベンゼン、メチルエチルケト  
ンなどに溶解した塗工液に電荷発生層が塗布された導電性  
基体を公知の方法で浸漬し、引き上げ、乾燥して電荷輸  
送層を形成する。

【0038】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する  
が、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

#### 実施例1

共重合ナイロン樹脂(CM4000:東レ(株)製)6  
重量部をメタノール94重量部に溶解し、下引層用塗液  
を作製した。この下引層用塗液を、表面を切削加工して

10

表面粗さの十点平均粗さ $Rz0.50\mu m$ とした外径 $\phi$   
60mmのアナログ感光体用アルミニウム円筒状支持体  
(導電性基体)表面に、図2に示した浸漬塗布装置にて  
膜厚が約 $1.1\mu m$ となるよう塗布し、下引層を得た。  
膜厚測定には、分光光度計(MCPD-1100、大塚  
電子(株)製)を使用した。測定に使用したプローブは  
図7(B)に示したような投受光ファイバーが複数ある  
タイプのもので、外径は約10mmである。このプロー  
ブを円筒状基体の鉛直方向に約2mm離れた場所に設置  
したが、この時の光の照射径は約3mmであった。膜厚  
の測定波長は500~650nmに設定し、下引層塗膜  
の反射スペクトルを測定した。この時の反射スペクトル  
には、図11に示したように干渉パターンが得られた。

【0039】膜厚の算出は以下の手順により行った。す  
なわち、予め膜厚が既知の下引層塗膜サンプルでの干渉  
パターンを得ておき、この隣合う山と山の波長を算出  
し、屈折率を式(2)より求めておいた。この屈折率を  
用いて実際に測定する塗膜の干渉パターンの隣合う山と  
山の波長を算出して式(2)より膜厚を算出し、膜厚  
1.1 $\mu m$ を得た。さらに測定波長範囲を長波長側であ  
る550~750nm、650~850nm、750~  
1000nmに変更して測定を行ったが、これらすべて  
の測定波長範囲でも反射スペクトルに干渉パターンが現  
れ、下引層の膜厚が算出できた。

#### 【0040】実施例2

実施例1と同様の装置を使用して、表面を切削加工して  
表面粗さの十点平均粗さ $Rz0.60\mu m$ とした外径 $\phi$   
30mmのデジタル感光体用アルミニウム円筒状支持体  
上に下引層用塗膜を作成し、膜厚測定波長を600~8  
00nmに設定して下引層塗膜の反射スペクトルを測定  
した。この場合にも実施例1と同様、反射スペクトルに  
干渉パターンが得られ、式(2)により膜厚を算出する  
ことができた。さらに測定波長範囲を長波長側である7  
00~1000nmに変更して測定を行ったが、この測  
定波長範囲でも反射スペクトルに干渉パターンが現れ、下  
引層の膜厚が算出できた。

#### 【0041】実施例3

実施例1と同様の装置を使用して、表面を切削加工して  
表面粗さの十点平均粗さ $Rz0.70\mu m$ とした外径 $\phi$   
70mmのデジタル感光体用アルミニウム円筒状支持体  
上に下引層用塗膜を作成し、膜厚測定波長を700~1  
000nmに設定して下引層塗膜の反射スペクトルを測  
定した。この場合にも実施例1と同様、反射スペクトル  
に干渉パターンが得られ、式(2)により膜厚を算出す  
ることができた。

#### 【0042】比較例1

実施例1で作成した塗膜の膜厚測定波長範囲を基体の $R$   
 $_{max}0.50\mu m$ (500nm)より短波長である40  
0~500nmに設定して下引層塗膜の干渉パターンを  
測定した。しかし、この測定波長範囲では、図12に示



(7)

11

したように、反射スペクトルに干渉パターンは得られず、膜厚の算出ができなかった。

#### 【0043】比較例2

実施例2で作成した塗膜の膜厚測定波長範囲を基体の $R_{\max}$  0.60  $\mu\text{m}$  (600 nm) より短波長である400~500 nm、450~600 nmに設定して下引層塗膜の干渉パターンを測定した。しかし、この測定波長範囲では、比較例1と同様に、反射スペクトルに干渉パターンは得られず、膜厚の算出ができなかった。

#### 【0044】比較例3

実施例3で作成した塗膜の膜厚測定波長範囲を基体の $R_{\max}$  0.70  $\mu\text{m}$  (700 nm) より短波長である400~500 nm、450~600 nm、500~700 nmに設定して下引層塗膜の干渉パターンを測定した。しかし、この測定波長範囲では、比較例1と同様に、反射スペクトルに干渉パターンは得られず、膜厚の算出が\*

12

\*できなかった。

#### 【0045】比較例4

実施例1と同様の装置を使用して、表面を切削加工して表面粗さの十点平均粗さ $R_z$  0.08  $\mu\text{m}$ とした外径 $\phi$  50 mmのアナログ感光体用アルミニウム円筒状支持体上に下引層塗膜を作成した。この下引層について、測定波長範囲を400~500 nm、450~600 nm、500~700 nm、600~800 nm、700~1000 nmに設定して下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。この反射スペクトルにおいては、すべての測定波長範囲において、図13のような干渉パターンが得られ、膜厚約1.1  $\mu\text{m}$ を算出することができた。以上、実施例1~3および比較例1~4の結果を表2にまとめた。

#### 【0046】

【表1】

測定波長範囲 (nm)	基体の表面粗さの十点平均粗さ $R_z$ ( $\mu\text{m}$ )			
	アナログ感光体用基体		デジタル感光体用基体	
	0.08	0.50	0.60	0.70
400~500	○	×	×	×
450~600	○	-	×	×
500~700	○	○	-	×
600~800	○	○	○	-
700~1000	○	○	○	○

【0047】表中、○は測定波長範囲内に干渉ターンのピークが2個以上有り、膜厚の算出ができたものを示し、×は測定波長範囲内に干渉パターンのピークが無いために膜厚の算出ができなかったものを示す。また、表中一の測定条件では、測定波長範囲が $R_{\max}$ を挟み込む条件であるため、測定を行わなかった。表2から明らかとなり、基体の表面粗さの十点平均粗さ $R_z$ 以上の波長で測定することで下引層の膜厚が算出できた。また、表面粗さの十点平均粗さ $R_z$ が0.5  $\mu\text{m}$ の基体上に形成された下引層では、測定波長が500 nm以上で反射スペクトルに干渉パターンが現れ、下引層の膜厚が算出できた。

#### 【0048】実施例4

アナログ複写機感光体用の電荷発生層を形成する塗液として、ジブロムアンサンスロン1重量部、ブチラール樹脂(エスレックBM-2、積水化学(株)製)1重量部、シクロヘキサノン120重量部と調合し、ボールミルにて12時間分散したものを作成した。この塗液を実施例1の表面粗さの十点平均粗さ $R_z$  0.50  $\mu\text{m}$ 、外径 $\phi$  60 mmのアナログ感光体用アルミニウム円筒状支持体の表面に、電荷発生層の膜厚が約0.7  $\mu\text{m}$ となるよう、図2に示した浸漬塗布装置にて塗布した。

【0049】次にヒドラゾン系電荷輸送材(ABPH、日本化薬(株)製)1重量部、ポリカーボネート樹脂(パンライトL-1250、帝人化成(株)製)1重量部、シリコーン系レリング剤(KF-96、信越化学工業(株)製)0.00013重量部ジクロロエタン8重量

部に加えて45℃で加熱溶解し、完全に溶解した後に自然冷却し、電荷輸送層を形成する塗液として調整した。この塗液を電荷発生層上に浸漬塗布法にて、図2の塗布装置を用いて膜厚が20  $\mu\text{m}$ 程度となるよう塗布した。

【0050】膜厚測定は下引層と同様、分光光度計(MCPD、大塚電子(株)製)を使用し、膜厚測定波長を500~550 nmに設定して電荷発生層塗膜の反射スペクトルを測定した。この時の反射スペクトルは、図14に示したように、干渉パターンが得られた。屈折率は下引層と同様に膜厚が既知の本実施例の処方電荷輸送層から予め求めておいた。この屈折率を用いて実際に測定する塗膜の干渉パターンの隣合う山と山の波長を算出して、式(2)より膜厚を算出し、膜厚20.1  $\mu\text{m}$ を得た。さらに測定波長範囲を長波長側である600~650 nm、650~700 nm、700~750 nm、750~800 nmに変更して測定を行ったが、これらすべての測定波長範囲で反射スペクトルに干渉パターンが現れ、電荷発生層と電荷輸送層とのトータルの膜厚が算出でき、それに基づいて差し引きで電荷輸送層の膜厚が算出できた。

#### 【0051】実施例5

デジタル複写機感光体用の電荷発生層を形成する塗液として、X型メタルフリーフタロシアニン1重量部、ブチラール樹脂(エスレックBM-2、積水化学(株)製)1重量部、テトラヒドロフラン120重量部と調合し、ボールミルにて12時間分散したものを作成した。この塗液を表面粗さの十点平均粗さ $R_z$  0.60  $\mu\text{m}$ 、外径



(8)

13

φ40mmのデジタル感光体用アルミニウム円筒状支持体上に実施例2で既に下引層を塗布した表面に電荷発生層の膜厚が約0.2μmとなるよう、図2に示した浸漬塗布装置にて塗布した。次に、実施例4で調整した電荷輸送層用塗液を電荷発生層上に浸漬塗布法にて、図2の塗布装置を用いて膜厚が20μm程度になるよう塗布した。膜厚測定は、膜厚測定波長を600～650nmに設定して電荷発生層塗膜の反射スペクトルを測定した。この場合にも実施例4と同様、反射スペクトルに干渉パターンが得られ、式(2)により膜厚を算出することができた。さらに測定波長範囲を長波長側である650～700nm、700～750nmに変更して測定を行ったが、これらすべての測定波長範囲で反射スペクトルに干渉パターンが現れ、電荷発生層と電荷輸送層とのトータルの膜厚が算出でき、それに基づいて差し引きで電荷輸送層の膜厚が算出できた。

#### 【0052】実施例6

表面粗さの十点平均粗さRz0.70μm、外径φ70mmのデジタル感光体用アルミニウム円筒状支持体上に実施例3で既に下引層を塗布した表面に電荷発生層の膜厚が約0.3μmとなるよう、図2に示した浸漬塗布装置にてデジタル複写機用電荷発生層塗液を塗布した。次に、実施例4で調整した電荷輸送層用塗液を電荷発生層上に浸漬塗布法にて、図2の塗布装置を用いて膜厚が20μm程度になるよう塗布し、膜厚測定波長を700～750nmに設定して電荷輸送層塗膜の反射スペクトルを測定した。この場合にも、実施例4と同様、反射スペクトルに干渉パターンが得られ、式(2)により膜厚を算出することができた。

#### 【0053】比較例5

実施例4で使用した塗膜の膜厚測定波長を基体のR<sub>max</sub>0.50μm(500nm)より短波長である450～500nmに設定して電荷発生層塗膜の干渉パターンを測定した。しかし、この測定波長範囲では、図15に示したように反射スペクトルに干渉パターンは得られず、膜厚の算出ができなかった。

#### 【0054】比較例6

実施例2で使用した塗膜の膜厚測定波長を基体のR<sub>max</sub>0.60μm(600nm)より短波長である450～500nm、500～550nm、550～600nmに設定して電荷発生層塗膜の干渉パターンを測定した。しかし、この測定波長範囲では、図15に示したように比較例5と同様に、反射スペクトルに干渉パターンは得

14

られず、膜厚の算出ができなかった。

#### 【0055】比較例7

実施例3で使用した塗膜の膜厚測定波長を基体のR<sub>max</sub>0.70μm(700nm)より短波長である450～500nm、500～550nm、600～650nm、600～700nmに設定して電荷発生層塗膜の干渉パターンを測定した。しかし、この測定波長範囲では、図15に示したように比較例5と同様に反射スペクトルに干渉パターンは得られず、膜厚の算出ができなかった。

#### 【0056】比較例8

表面粗さの十点平均粗さRz0.08μm、外径φ50mmのアナログ感光体用アルミニウム円筒状支持体上に比較例4で既に下引層を塗布した表面に、アナログ用電荷発生層を膜厚が約0.7μmとなるよう、図2に示した浸漬塗布装置にてアナログ複写機用電荷発生層塗液を塗布した。次に、実施例4で調整した電荷輸送層用塗液を電荷発生層上に浸漬塗布法にて、図2の塗布装置を用いて膜厚が20μm程度になるよう塗布し、膜厚測定波長を450～500nm、500～550nm、600～650nm、650～700nm、700～750nmに設定して電荷輸送層塗膜の反射スペクトルを測定した。この反射スペクトルにおいては、すべての測定波長範囲で干渉パターンが得られ、膜厚19.8μmを算出することができた。

#### 【0057】比較例9

表面粗さの十点平均粗さRz0.08μm、外径φ50mmのアナログ感光体用アルミニウム円筒状支持体上に比較例4で既に下引層を塗布した表面にデジタル用電荷発生層を膜厚が約0.2μmとなるよう、図2に示した浸漬塗布装置にてデジタル複写機用電荷発生層塗液を塗布した。次に、実施例4で調整した電荷輸送層用塗液を電荷発生層上に浸漬塗布法にて、図2の塗布装置を用いて膜厚が20μm程度になるよう塗布し、膜厚測定波長を450～500nm、500～550nm、600～650nm、650～700nm、700～750nmに設定して電荷輸送層塗膜の反射スペクトルを測定した。この反射スペクトルにおいては、すべての測定波長範囲で干渉パターンが得られ、膜厚20.3μmを算出することができた。以上、実施例4～6および比較例5～9の結果を表3にまとめた。

#### 【0058】

#### 【表2】

測定波長範囲 (nm)	基体の表面粗さの十点平均粗さRz(μm)			
	アナログ感光体用基体		デジタル感光体用基体	
	0.08	0.50	0.60	0.70
450～500	○	×	×	×
500～550	○	○	×	×
600～650	○	○	○	×
650～700	○	○	○	×
700～750	○	○	○	○

(9)

15

【0059】表中、○は測定波長範囲内に干渉パターン  
のピークが2個以上有り、膜厚の算出ができたものを示  
し、×は測定波長範囲内に干渉パターンのピークが無い  
ために膜厚の算出ができなかったものを示す。表3から  
明らかとなおり、基体の表面粗さ十点平均粗さRz以上  
の波長で測定することで下引層の膜厚が算出できた。ま  
た、表面粗さの十点平均粗さRzが0.5μmの基体上  
に形成された下引層では、測定波長が500nm以上で  
反射スペクトルに干渉パターンが現れ、下引層の膜厚が  
算出できた。

#### 【0060】比較例10

ノボラック型フェノール樹脂50重量部、粒子径約55  
nmのカーボンブラックを15重量部、ガラスファイバ  
ー25重量部、流動性改善のための添加剤10重量部を  
加熱混練して、φ50mmの円筒状に射出形成した。こ  
の円筒の表面粗さはRmax0.70μmであった。この  
円筒を支持体とし、実施例1と同様の装置を使用して、  
下引層塗膜を作成した。この下引層について、測定波長  
範囲を400~500nm、500~650nm、55  
0~750nm、650~850nm、750~100  
0nmに設定して下引層塗膜の反射スペクトルを測定し  
た。この反射スペクトルにおいては、すべての測定波長  
範囲において、図16のようにまったく干渉パターンが  
得られず、膜厚を算出することができなかった。どの波  
長においてもまったく干渉パターンが得られなかったの  
は、膜厚測定のために照射した光を支持体中のカーボン  
ブラックが吸収して、下引層の裏面（基体表面）で光の  
反射がまったく起きず、その結果、下引層による光の干  
渉が起こらなかったためである。

#### 【0061】実施例7

アルミニウム基体表面に平均粒子50μmのガラスビー  
ズを圧縮空気により吹きつけて表面粗さの十点平均粗さ  
Rz0.70μmとした外径φ50mmのデジタル感光  
体用アルミニウム円筒状支持体上に図2の装置にて下引  
層用塗膜を形成し、図7(C)に示したような受光ファイ  
バーが1本、投光ファイバーが2本の測定プローブを  
使用して膜厚測定を行った。このプローブは、円筒状基  
体の鉛直方向に設置し、基体から約2mm離れた場所に  
設置した。この時の光の照射径は約1.2mmであっ  
た。膜厚の測定波長範囲は700~1000nmに設定  
し、この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。  
この時の反射スペクトルには図17に示したように、干  
渉パターンが得られ、膜厚1.15μmが算出できた。

#### 【0062】比較例11

実施例7で作成した下引層用塗膜を、図7(B)に示  
したような受光ファイバーと光ファイバーが各々多数の測  
定プローブを使用して膜厚測定を行った。このプローブ  
は円筒状基体の鉛直方向に設置し、基体から約2mm離  
れた場所に設置した。この時の光の照射径は約3.0m  
mであった。膜厚の測定波長範囲は700~1000n

16

mに設定し、この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測  
定した。しかし、この時の反射スペクトルは強度が強か  
ったにもかかわらず、実施例7、図17で示したような  
はっきりした干渉パターンは得られず、図18のような  
非常にブロードな干渉パターンとなり、膜厚の算出が困  
難であった。

#### 【0063】実施例8

表面を切削加工して表面粗さの十点平均粗さRz0.5  
0μmとした外径φ50mmのアナログ感光体用アルミ  
ニウム円筒状支持体上に下引層用塗膜を作成し、実施例  
1で測定に使用した下引層の膜厚測定において、図7  
(C)に示した受光ファイバーが1本の測定プローブを  
膜厚測定に使用した。このプローブを円筒状基体の鉛直  
方向から1度傾け、かつ基体から約2mm離れた場所に  
設置した。膜厚の測定波長は500~650nmに設定  
し、この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。  
この時の反射スペクトルには図19に示したように干渉  
パターンが得られ、膜厚が算出できた。

#### 【0064】実施例9

表面を切削加工して表面粗さの十点平均粗さRz0.5  
0μmとした外径φ50mmのアナログ感光体用アルミ  
ニウム円筒状支持体上に下引層用塗膜を作成し、実施例  
1で測定に使用した下引層の膜厚測定において、図7  
(C)に示した受光ファイバーが1本の測定プローブを  
膜厚測定に使用した。このプローブを円筒状基体の鉛直  
方向から30度傾け、かつ基体から約2mm離れた場所  
に設置した。膜厚の測定波長は500~650nmに設  
定し、この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定し  
た。この時の反射スペクトルには干渉パターンが得ら  
れ、膜厚が算出できた。

#### 【0065】実施例10

受光ファイバーが1本の測定プローブを円筒状基体の鉛  
直方向から45度傾け、かつ基体から約2mm離れた場  
所に設置し、実施例7と同一サンプルの膜厚測定を行っ  
た。膜厚の測定波長は700~1000nmに設定し、  
この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。この  
時の反射スペクトルでは基体からの干渉光が混合された  
図20に示したような干渉パターンが得られ、膜厚が算  
出できた。

#### 【0066】実施例11

受光ファイバーが1本の測定プローブを円筒状基体の鉛  
直方向から70度傾け、かつ基体から約2mm離れた場  
所に設置し、実施例7と同一サンプルの膜厚測定を行っ  
た。膜厚の測定波長は700~1000nmに設定し、  
この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。この  
時の反射スペクトルでは反射光量は少なかったが、図2  
1に示したような弱い干渉パターンが得られ、膜厚が算  
出できた。

#### 【0067】実施例12

受光ファイバーが1本の測定プローブを円筒状基体の鉛

(10)

17

直方向から傾けずに、かつ基体から約 2 mm 離れた場所に設置し、実施例 7 と同一サンプルの膜厚測定を行った。膜厚の測定波長は 700 ~ 1000 nm に設定し、この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。この時の反射スペクトルは基体からの干渉光が混合された図 22 に示したようなパターンとなり、膜厚の算出ができなかった。

#### 【0068】実施例 13

受光ファイバーが 1 本の測定プローブを円筒状基体の鉛直方向から 80 度傾け、かつ基体から約 2 mm 離れた場 \* 10

鉛直方向からの角度 (θ)	0	1	30	45	70	80
膜厚算出可・不可	×	◎	◎	◎	○	×

表中、◎は反射スペクトル強度が強く、かつ、干渉ピークがはっきりと検出され、膜厚算出が容易に可能なものの、○は測定波長範囲内に干渉パターンのピークが 2 個以上有り、膜厚の算出できたものを示し、×は干渉ピークに基板からの干渉ピークが重なり合っ

てピーク検出ができなかったもの、あるいは反射強度が小さくて干渉ピークが得られなかったものを示す。

【0070】表 4 から明らかなどおり、受光ファイバーを基体の鉛直方向から傾けることで、粗面化した基体においても膜厚測定が可能であることがわかる。また、受光ファイバーを傾ける角度は 1 ~ 70 度、好ましくは 1 ~ 45 度の間に調整することで干渉ピークが得られ、膜厚の算出が可能である。

#### 【0071】

【発明の効果】本発明により、導電性基体上の各層の膜厚を光干渉法を用いて測定するに際して、膜厚を測定する波長として、導電性基体の測定平均表面粗さより大きい値を用いることによって、導電性基体の表面粗さの影響を少なくし、それによって光干渉を有効に利用して、より正確な膜厚測定を可能にするものである。更に、静電潜像形成のための露光光源にレーザー光又は LED 光等の単色光を使用するデジタル複写機またはプリンター用の感光体用に粗面化された基体上に、各層を塗布形成した電子写真感光体の膜厚を光干渉法を用いて測定する場合において、膜厚を測定する時の測定波長を基体の表面粗さの十点平均粗さ  $R_z$  より長波長とし、表面粗さの十点平均粗さ  $R_z$  が 0.5  $\mu\text{m}$  以上の基体上に形成された感光体膜厚を測定する時の測定波長を 500 nm 以上とすることで、下引層、電荷輸送層の膜厚を測定することができ、その結果、感光体生産を行う場合に、安定した膜厚・性能を持つ感光体を作製することができる。また、受光ファイバーを測定基体の鉛直方向から傾けて反射スペクトルを測定することで、下引層、電荷輸送層の膜厚を測定することができ、その結果、感光体生産を行う場合に、安定した膜厚・性能を持つ感光体を作製することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】表面粗さの定義を説明する概略図であり、

18

\* 所に設置し、実施例 7 と同一サンプルの膜厚測定を行った。膜厚の測定波長は 700 ~ 1000 nm に設定し、この時の下引層塗膜の反射スペクトルを測定した。この時の反射スペクトルでは反射光量は非常に少なかったため図 23 に示したように干渉ピークが得られず、膜厚が算出できなかった。

【0069】以上、実施例 8 ~ 11 及び比較例 12 ~ 13 の結果を表 4 にまとめた。

#### 【表 3】

(A) は  $R_{\text{max}}$  の場合を、(B) は  $R_z$  の場合を示す。

【図 2】感光体塗布装置の概略図である。

【図 3】透明薄膜に入射した光の挙動を説明する概略図であり、(A) は多重反射を、(B) は表面での反射と基体での反射を示す。

【図 4】透明薄膜の分光スペクトル図である。

【図 5】透明薄膜に入射した光の挙動の基体による差の説明図であり、(A) は平滑な基体の場合を、(B) は粗い基体の場合を示す。

【図 6】粗面基体での分光スペクトル図であり、(A) はピークが消えない場合（長波長側）を、(B) はピークが消える場合（短波長側）を示す。

【図 7】光干渉法で使用する測定プローブの説明図であり、(A) はその一般的な場合を、(B) は投・受光ファイバーが複数の場合を、(C) は受光ファイバーが 1 本の場合を示す。

【図 8】切削法により加工された基体表面の概略図である。

【図 9】切削法により加工された基体表面からの干渉光の分光スペクトル図であり、(A) は干渉パターンが明確な場合を、(B) は膜厚を求める本来の干渉パターンを、(C) は干渉パターンになり難い場合を示す。

【図 10】光干渉法で使用する測定プローブの設置概略図であり、(A) は投・受光が延長方向の場合を、(B) は受光が傾いている場合を示す。

【図 11】下引層の分光スペクトル図である。

【図 12】干渉パターンの得られなかった下引層の分光スペクトル図である。

【図 13】下引層の分光スペクトル図である。

【図 14】電荷輸送層の分光スペクトル図である。

【図 15】干渉パターンの得られなかった電荷輸送層の分光スペクトル図である。

【図 16】干渉パターンの得られなかった電荷輸送層の分光スペクトル図である。

【図 17】受光ファイバーが 1 本の測定プローブによる下引層の分光スペクトル図である。

【図 18】受光ファイバーが複数本の測定プローブによる下引層の分光スペクトル図である。

(11)

19

【図19】測定プローブを傾けて測定した時の下引層の分光スペクトル図である。

【図20】測定プローブを傾けて測定した時の下引層の分光スペクトル図である。

【図21】測定プローブを傾けて測定した時の下引層の分光スペクトル図である。

【図22】測定プローブを大きく傾けて測定した時の下引層の分光スペクトル図である。

【図23】測定プローブを傾けずに測定した時の下引層の分光スペクトル図である。

【符号の説明】

- 1 入射光
- 2 反射光
- 3 塗膜

4 基体

11 塗布層

12 塗液

13 基体

14 昇降装置

15 昇降機モーター

22 投光ファイバー

30 照射光

31 反射光

32 散乱光

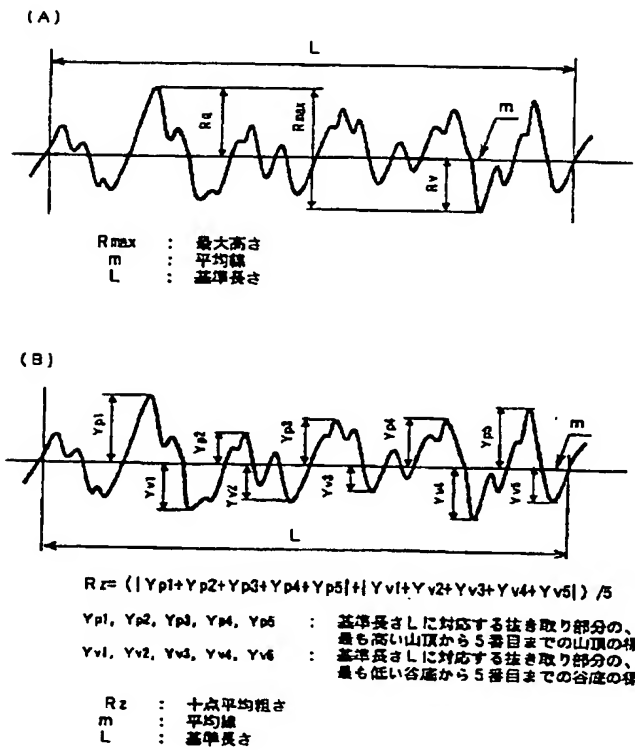
42 測定プローブ

45 光ファイバーケーブル

50 基体

20

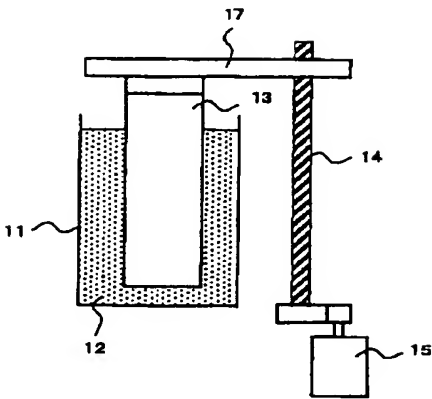
【図1】



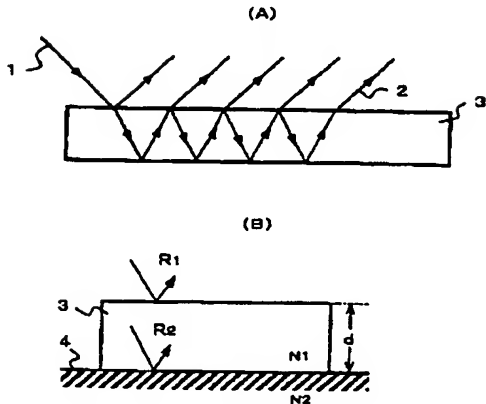
【図8】



【図2】

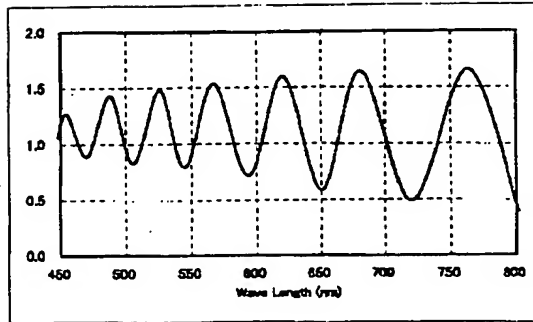


【図3】

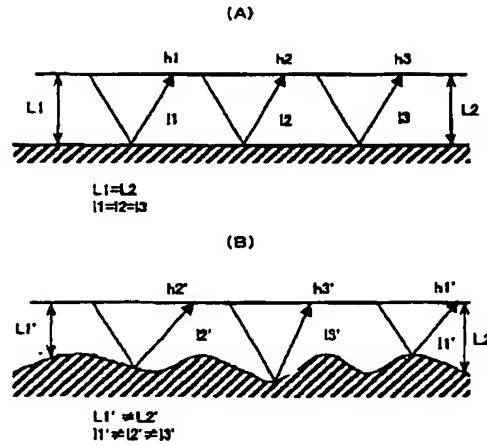


(12)

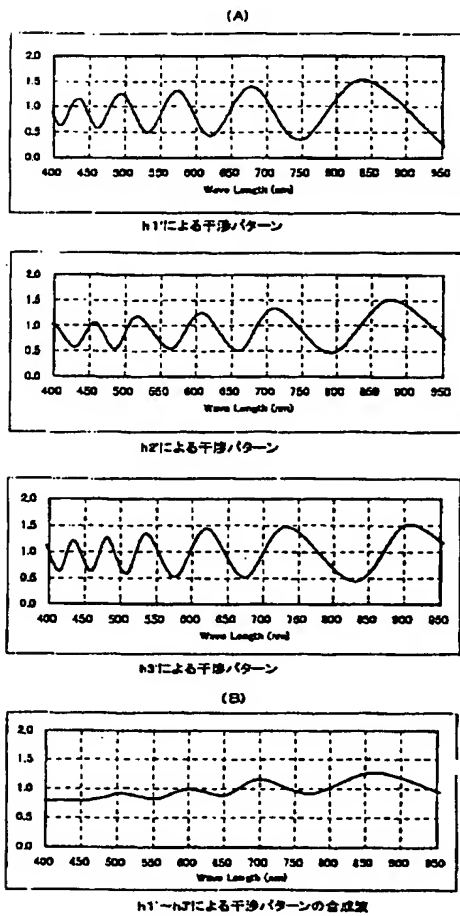
【図4】



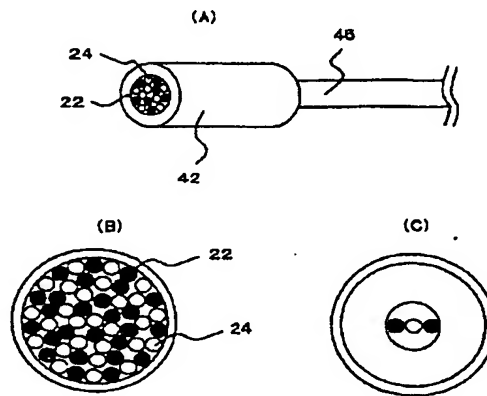
【図5】



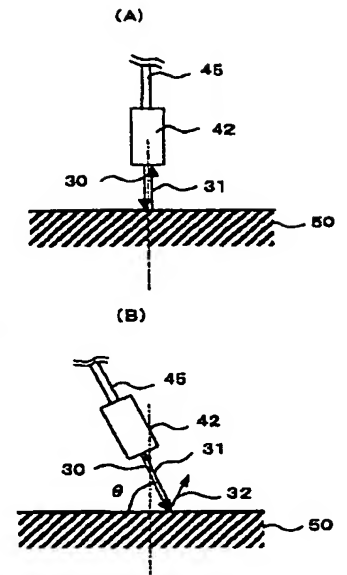
【図6】



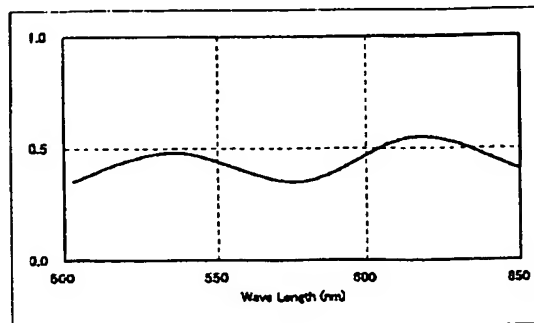
【図7】



【図10】

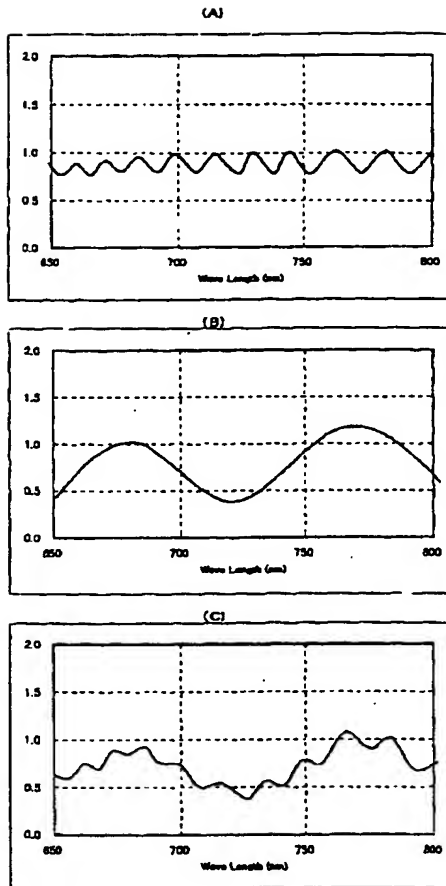


【図11】

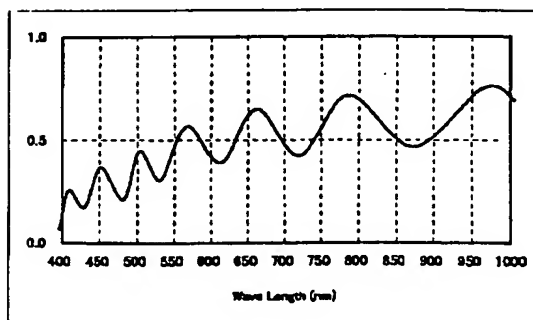


(13)

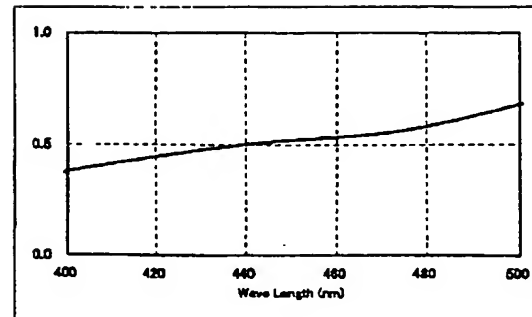
【図9】



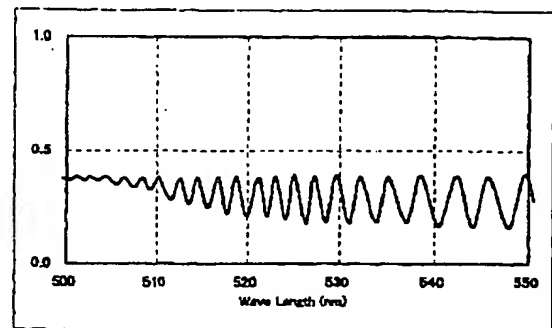
【図13】



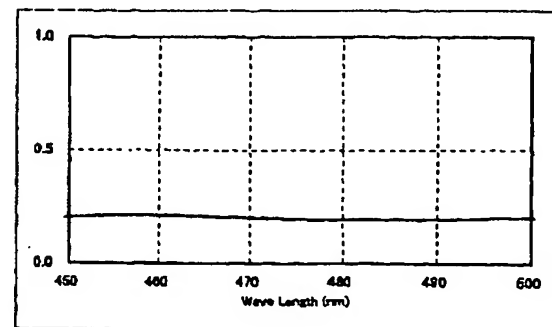
【図12】



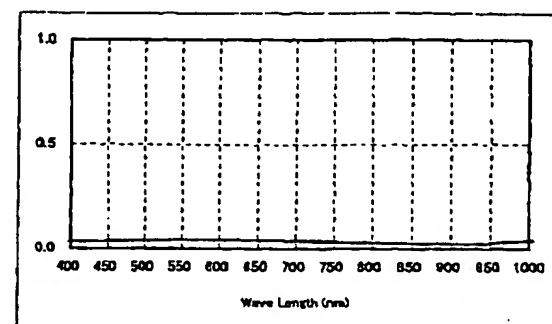
【図14】



【図15】

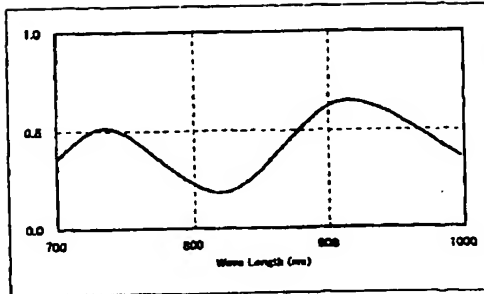


【図16】

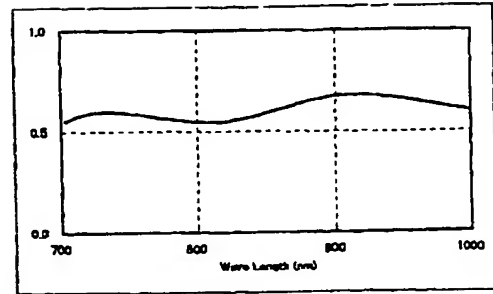


(14)

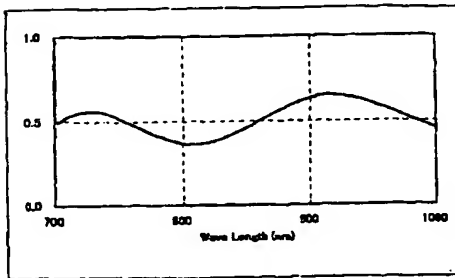
【図 17】



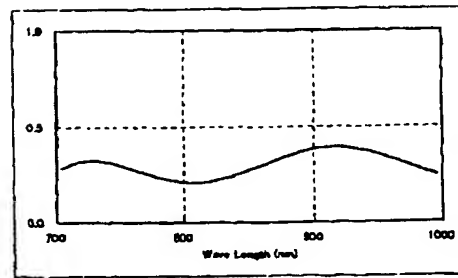
【図 18】



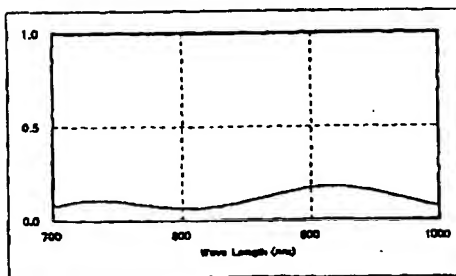
【図 19】



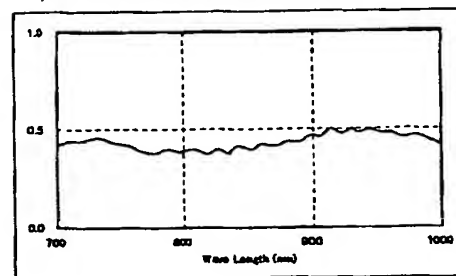
【図 20】



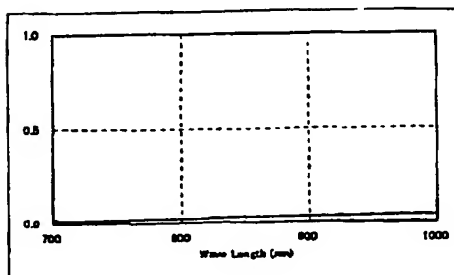
【図 21】



【図 22】



【図 23】





(15)

フロントページの続き

(72)発明者 坂元 雅遊亀  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
(72)発明者 石橋 裕子  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 松尾 力也  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
(72)発明者 角井 幹男  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H068 AA34 AA35 AA59 EA07 EA41  
FB07 FB08